

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 25.07.01.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.01.03 Bulletin 03/05.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS Etablissement
public à caractère scientifique et technologique — FR.

⑦2 Inventeur(s) : MEYNARD THIERRY ANTOINE et
LEFEUVRE ELIE.

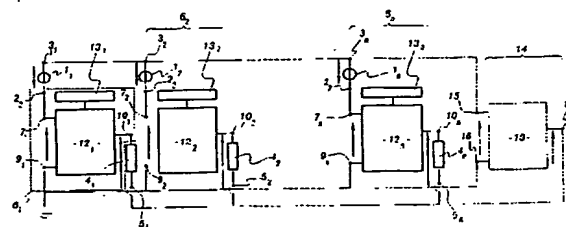
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

⑤4 DISPOSITIF DE CONVERSION D'ENERGIE.

⑤7 Ce dispositif de conversion réversible d'énergie élec-
trique est connectable entre au moins une source de ten-
sion alternative d'entrée (1₁ à 1_n) et au moins une charge
(4₁ à 4_n) formant source de courant alternatif de sortie (4₁ à
4_n). chaque source de tension alternative d'entrée (1₁ à 1_n)
présentant une borne d'alimentation (2₁ à 2_n) et une borne
de neutre (3₁ à 3_n). Ce dispositif comporte au moins un bloc
de commutation (6₁ à 6_n) et comprend une borne d'entrée
(7₁ à 7_n) à laquelle est connectable la borne d'alimentation
(3₁ à 3_n) de la source de tension (1₁ à 1_n), une unique borne
de référence (9₁ à 9_n) et une borne de sortie (10₁ à 10_n). Le
ou chaque bloc de commutation (6₁ à 6_n) est constitué d'une
matrice de commutation (12₁ à 12_n) formée de condensa-
teurs et de cellules de commutation, contrôlées individuel-
lement par des moyens de commande de leur
fonctionnement.

La ou chaque borne de référence (9₁ à 9_n) est connec-
tée à un point de référence différent de ladite borne de neu-
tre (3₁ à 3_n) de ladite source (1₁ à 1_n), et le ou chaque bloc
(6₁ à 6_n) comporte des moyens de maintien permanent à un
signe constant ou nul de la différence de potentiel entre la-
dite première borne d'entrée (7₁ à 7_n) et ladite borne de ré-
férence (9₁ à 9_n) du ou de chaque bloc de commutation (6₁
à 6_n).



FR 2 828 029 - A1



En particulier, il apparaît que les circuits électroniques de ce document, présentent des risques de surtension importants à faible puissance et critiques à haute puissance notamment supérieure à 750 kW.

5 L'invention vise à remédier à ce problème en permettant une conversion réversible d'énergie électrique entre une ou plusieurs sources de tension alternative et une ou plusieurs sources de courant alternatif, fiable pour toutes les puissances.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de conversion réversible d'énergie électrique connectable entre au moins une source de tension alternative d'entrée et au moins une charge formant source de courant alternatif de
10 sortie, chaque source de tension alternative d'entrée présentant une borne d'alimentation et une borne de neutre, le dispositif comportant au moins un bloc de commutation, adapté pour être associé à une source de courant alternatif de sortie et comportant une borne d'entrée à laquelle est connectable la borne
15 d'alimentation de la source de tension alternative d'entrée, au moins une borne de référence et une borne de sortie à laquelle est connectable ladite charge formant source de courant alternative de sortie, ledit bloc comportant également une matrice de commutation formée de condensateurs et de cellules de commutation, lesquelles cellules sont contrôlées individuellement par des moyens de
20 commande de leur fonctionnement, caractérisé en ce que le ou chaque bloc de commutation comporte une unique borne de référence qui est à un potentiel de référence différent du potentiel de ladite borne de neutre de ladite source et en ce qu'il comporte des moyens de maintien permanent, à un signe constant ou nul, de la différence de potentiel entre ladite borne d'entrée et ladite borne de référence
25 du ou de chaque bloc de commutation.

Suivant d'autres caractéristiques :

- la matrice du ou de chaque bloc comporte au moins un étage comportant au moins un rang de cellules de commutation, agencées à raison d'une seule cellule de commutation pour chaque étage d'un même rang, chaque
30 lule de commutation étant composée de deux éléments formant interrupteur, le ou chaque étage définissant deux groupes d'interrupteurs reliés en série et ladite matrice de commutation définissant alors deux groupes extrêmes d'interrupteurs, chaque cellule de commutation étant associée à un condensateur dimensionné pour maintenir entre les bornes homologues des deux interrupteurs de chaque

premier condensateur connectable entre ladite borne de neutre de ladite source et une borne de sortie de la charge et un second condensateur connectable entre la borne de référence dudit bloc de commutation et la borne de sortie de la charge ;

- 5 - il comporte un unique bloc de commutation et est connectable à une seule source de tension alternative d'entrée dont ladite borne de neutre est accessible pour permettre une connexion et qui est associée à une seule charge formant source de courant alternatif de sortie, et il comporte un bloc de décalage comportant une borne d'entrée adaptée pour être reliée à ladite borne de neutre
- 10 de ladite source, une borne de référence reliée à la borne de référence du bloc de commutation, et une borne de sortie connectable à la borne de sortie de la charge, ledit bloc de décalage permettant de modifier le potentiel de la borne de sortie connectable à une borne de sortie de la charge ;

- il comporte un premier et un second blocs de commutation et est
- 15 connectable à une seule source de tension alternative d'entrée dont ladite borne de neutre est accessible pour permettre une connexion et qui est associée à une seule charge formant source de courant alternatif de sortie, les bornes de référence des deux blocs de commutation étant reliées entre elles, le premier bloc de commutation étant adapté pour être connecté par sa borne d'entrée à la borne
- 20 d'alimentation de ladite source, le second bloc de commutation étant adapté pour être connecté par sa borne d'entrée à la borne de neutre de ladite source, ledit dispositif étant en outre adapté pour la connexion de ladite charge entre les bornes de sortie des deux blocs de commutation ;

- les moyens de maintien permanent, à un signe constant ou nul de la
- 25 différence de potentiel entre ladite borne d'entrée et ladite borne de référence comportent, associés au ou à chaque bloc de commutation, des moyens d'inhibition comportant des moyens d'évaluation du signe de la différence de potentiel entre ladite borne d'entrée et ladite borne de neutre de la source, adaptés pour délivrer en sortie un signal d'inhibition du bloc de commutation, et le ou cha-
- 30 que bloc de commutation est adapté pour relier ensemble sa borne d'entrée, sa borne de référence et sa borne de sortie, lors de la réception dudit signal d'inhibition ;

- lesdits moyens d'inhibition sont adaptés pour délivrer ledit signal d'inhibition lorsque la différence de potentiel entre ladite borne d'entrée et ladite

d'entrée et une borne de potentiel commun à tous lesdits blocs de commutation, telle que les bornes de neutre des sources, les bornes de sortie des charges ou les bornes de référence, est la plus faible, les matrices de commutation étant en outre formées de composants électroniques orientés de sorte que lesdits blocs supportent uniquement une tension positive ou nulle ;

5 - lesdits moyens d'inhibition sont adaptés pour délivrer un signal d'inhibition uniquement au bloc dont la différence de potentiel entre les bornes d'entrée et une borne de potentiel commun à tous lesdits blocs de commutation, telle que les bornes de neutre des sources, les bornes de sortie des charges ou
10 les bornes de référence, est la plus grande, les matrices de commutation étant en outre formées de composants électroniques orientés de sorte que lesdits blocs supportent uniquement une tension négative ou nulle ;

 - il est adapté pour être connecté à trois sources de tension alternative d'entrée formant les trois phases d'un réseau d'alimentation en énergie électrique
15 triphasé ;

 - chaque matrice de chaque bloc de commutation comporte un unique condensateur et une unique cellule de commutation.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins,
20 sur lesquels :

 - la Fig.1 est un schéma bloc de principe d'un dispositif de conversion selon l'invention ;

 - la Fig.2 est un schéma électrique de principe d'un bloc de commutation ;

25 - les Figs.3, 4 et 5 sont des schémas blocs détaillant chacun la réalisation d'un dispositif selon l'invention, dans le cas particulier de la connexion à une unique source de tension alternative d'entrée ;

 - la Fig.6 est un schéma bloc détaillant un dispositif de conversion d'énergie selon l'invention dans le cas particulier de trois sources de tension al-
30 ternatives d'entrée ;

 - les Figs.7 et 8 sont des schémas électriques de principe d'une matrice de commutation mise en œuvre dans l'invention dans le cas où elle comporte deux étages et deux rangs, détaillant en outre un ensemble de commande de ce dispositif ;

adaptés pour relier ensemble la borne d'entrée 7_j , la borne de référence 9_j et la borne de sortie 10_j du bloc, inhibant ainsi le bloc considéré.

Dans le cas où le dispositif comporte au moins deux sources de tension alternative d'entrée 1_1 à 1_n , chacune associée à un bloc de commutation 6_1 à 6_n , les bornes de neutre 3_1 à 3_n des sources 1_1 à 1_n sont toutes reliées ensemble à un même potentiel.

Par exemple, ce potentiel est le neutre du réseau d'alimentation correspondant aux sources de tension alternative d'entrée 1_1 à 1_n .

De plus, les bornes de référence 9_1 à 9_n de tous les blocs de commutation 6_1 à 6_n sont reliées entre elles et constituent un potentiel de référence commun. Les bornes de sortie 5_1 à 5_n des charges 4_1 à 4_n sont également toutes reliées entre elles à un même potentiel.

Enfin, les moyens d'inhibition 13_1 à 13_n comportent des moyens de comparaison des tensions existantes entre les bornes d'entrée 7_1 à 7_n et une borne de potentiel commun pour tous les blocs 6_1 à 6_n telle que les bornes de référence 9_1 à 9_n , les bornes de sortie 5_1 à 5_n ou les bornes de neutre 3_1 à 3_n .

Sur la figure 1, ainsi que sur les autres figures, les moyens d'inhibition 13_1 à 13_n sont représentés délocalisés au niveau des blocs de commutation 6_1 à 6_n . Cependant, ces circuits peuvent également être regroupés en un circuit central d'inhibition comportant des moyens de comparaison uniques et contrôlant tous les blocs 6_1 à 6_n .

Dans le cas où les bornes de neutre 3_1 à 3_n sont accessibles, le dispositif de conversion comporte avantageusement un bloc de décalage 14 dont l'architecture est identique à celle des blocs de commutation sans toutefois être associé à une source de tension alternative d'entrée.

La borne d'entrée 15 est alors reliée à l'ensemble des bornes de neutre 3_1 à 3_n des sources 1_1 à 1_n .

Le bloc de décalage 14 comporte également une borne de référence 16 et une borne de sortie 17. Il est constitué d'une matrice de commutation 18 identique aux matrices 12_1 à 12_n des blocs de commutation 6_1 à 6_n .

La borne de référence 16 est reliée aux bornes de référence 9_1 à 9_n des blocs de commutation 6_1 à 6_n et la borne de sortie 17 est reliée aux bornes de sortie 5_1 à 5_n des charges 4_1 à 4_n , ainsi que cela est décrit en référence aux figures 2, 7 et 8.

$1, p$, des p cellules de commutation du $(i-1)$ -ème étage, connectés alternativement en série.

Tous les groupes d'interrupteurs sont reliés par une de leurs extrémités à la borne de sortie 10_j du bloc de commutation 6_j .

5 La matrice 12_j du bloc de commutation 6_j définit en outre deux groupes extrêmes d'interrupteurs. Le premier est relié par une extrémité à la borne de sortie 10_j et par l'autre extrémité à la borne de référence 9_j . Le $(n+1)$ -ème est relié par une extrémité à la borne de sortie 10_j et par l'autre extrémité à la borne d'entrée 7_j .

10 Entre deux rangs successifs $32_{j,k}$ et $32_{j,k+1}$, n condensateurs de rang k , $20_{j,1,k}$ à $20_{j,n,k}$, sont connectés en série à raison de un par étage. Ainsi, au i -ème étage, le condensateur $20_{j,i,k}$ est connecté d'une part au i -ème groupe d'interrupteurs, d'autre part au $(i+1)$ -ème groupe d'interrupteurs.

15 Chaque condensateur $20_{j,i,k}$ est adapté pour maintenir entre ses bornes une tension de charge, fonction croissante de son rang k et représentant une fraction de la tension partielle de la source de tension 1_j .

20 L'ensemble des blocs de commutation 6_1 à 6_n mis en œuvre dans un dispositif de conversion selon l'invention, ainsi que le bloc de décalage 14, sont constitués de la même manière que le bloc de commutation 6_j décrit en référence à la figure 2.

De plus, dans un même dispositif, tous les blocs de commutation 6_1 à 6_n comportent une matrice 12_1 à 12_n comportant le même nombre d'étages et de rangs et donc le même nombre de cellules de commutation et de condensateurs.

On va maintenant expliciter le fonctionnement d'un tel dispositif.

25 Chacun des blocs de commutation 6_1 à 6_n a deux modes de fonctionnement imposés par les moyens d'inhibition 13_1 à 13_n .

Dans un premier mode de fonctionnement, un bloc de commutation 6_j convertit le signal d'entrée en un signal de sortie de même nature et de même fréquence.

30 Dans ce premier mode de fonctionnement, les cellules de commutation $22_{j,i,k}$ des blocs de commutation 6_1 à 6_n sont commandées de manière à maintenir les deux interrupteurs de chaque cellule dans des états opposés.

sants, assurent le maintien de la tension entre la borne d'entrée 7_1 à 7_n et la borne de référence 9_1 à 9_n de chacun des blocs de commutation, à un signe constant ou nul.

Ces tensions, appelées respectivement Vb_1 à Vb_n restent directement
5 liées aux tensions des sources 1_1 à 1_n appelées $V1_1$ à $V1_n$.

En effet, il apparaît qu'à tout moment, la relation $Vb_1 - Vb_3 = V1_1 - V1_3$ est vérifiée. Cette relation se vérifie pour tous les blocs par permutation circulaire.

De même, les tensions composées de sortie des blocs appelées $V10_1$ – $V10_j$ sont également sinusoïdales et génèrent dans les charges 4_1 à 4_n des
10 courants sinusoïdaux de même fréquence que les sources de tension alternative d'entrée 1_1 à 1_n et déphasés entre eux de $\frac{2\pi}{n}$.

Sur la figure 3 est définie l'architecture d'un dispositif selon l'invention connecté à une seule source de tension alternative d'entrée 1.

Le dispositif est connecté à une charge 4 associée à une source de
15 tension alternative d'entrée 1 dont la borne de neutre 3 est accessible et comprend un bloc de commutation 6.

Le bloc de commutation 6 comporte une borne d'entrée 7 connectée à la borne d'alimentation 2 de la source de tension alternative d'entrée 1. Il comporte en outre une borne de référence 9, une borne de sortie 10 reliée à la
20 charge 4 et une matrice de commutation 12 associée à des moyens d'inhibition 13.

Dans cette configuration, le dispositif comporte en outre un premier condensateur 20 connecté entre la borne de neutre 3 de la source 1 et la borne de sortie 5 de la charge 4 et un second condensateur 22 connecté entre la borne
25 de sortie 5 de la charge 4 et la borne de référence 9 du bloc de commutation 6.

On obtient ainsi un circuit adapté pour maintenir constamment une différence de potentiel entre le point de référence 9 du bloc de commutation 6 et la borne de neutre 3 de la source de tension alternative d'entrée 1.

De plus, dans cette configuration, les moyens d'inhibition 13 du bloc
30 de commutation 6 comportent des moyens d'évaluation du signe de la différence de potentiel entre la borne d'entrée 7 et la borne de neutre 3, ce qui correspond à la différence de potentiel aux bornes de la source 1.

que cela a été décrit en référence à la figure 1, la borne de neutre 3 faisant office de borne d'alimentation 2₂.

Le bloc de commutation 6₁ est associé à une charge 4₁ et le bloc de commutation 6₂ est associé à une charge 4₂. Ces deux charges 4₁ et 4₂ sont
5 connectées entre elles par leurs bornes de sortie 5₁ et 5₂.

Eventuellement, les deux charges 4₁ et 4₂ peuvent être remplacées par une unique charge 4 connectée entre les points de sortie 10₁ et 10₂ des blocs de commutation 6₁ et 6₂.

Un tel dispositif fonctionne de la même manière que le dispositif général décrit en référence à la figure 1.
10

Cependant, dans une telle configuration physique, on ne peut pas connecter un bloc de décalage.

Le fonctionnement d'un dispositif selon l'invention est décrit sur la base du cas particulier décrit en référence aux figures 6 à 8.

Sur la figure 6 est représenté un dispositif de conversion selon l'invention dans le cas particulier où il est connecté à trois sources de tension alternative d'entrée 1₁, 1₂ et 1₃ associées à trois charges 4₁, 4₂ et 4₃ par l'intermédiaire des blocs de commutation 6₁, 6₂ et 6₃.
15

Les trois sources de tension alternative d'entrée 1₁, 1₂ et 1₃ délivrent le même signal alternatif sinusoïdal de fréquence f et sont décalées entre elles d'un écart temporel de $\frac{1}{3f}$. Elles présentent chacune une borne d'alimentation 2₁, 2₂ et 2₃ et une borne de neutre 3₁, 3₂ et 3₃ qui peut être accessible ou pas.
20

Par exemple, dans le cas d'un réseau d'alimentation triphasé, chacune des sources de tension alternative d'entrée représente une phase du réseau.

Chaque bloc de commutation 6₁, 6₂ et 6₃ comporte une borne d'entrée, 7₁, 7₂, et 7₃, une borne de référence 9₁, 9₂ et 9₃ et une borne de sortie 10₁, 10₂ et 10₃. Les bornes d'entrée 7₁, 7₂, et 7₃ sont reliées aux bornes d'alimentation 2₁, 2₂ et 2₃ et sont représentées par les mêmes références 7₁, 7₂, et 7₃.
25

Ils comprennent respectivement des matrices de commutation 12₁, 12₂ et 12₃ associées à des moyens d'inhibition 13₁, 13₂ et 13₃.
30

Dans un cas particulier, chaque matrice de commutation 12₁, 12₂ et 12₃ ne comporte qu'un étage et qu'un rang et de ce fait qu'une cellule de commutation associée à un unique condensateur.

rence Sr_1 et Sr_2 . Ces deux signaux Sr_1 et Sr_2 alimentent respectivement les dispositifs de commande $28_{1,1,1}$, $28_{1,1,2}$ du premier étage et $28_{1,2,1}$, $28_{1,2,2}$ du deuxième étage.

5 Ces signaux de commande secondaires sont utilisés par tous les blocs de commutation du dispositif.

Les quatre dispositifs de commande $28_{1,1,1}$ à $28_{1,2,2}$ sont synchronisés et délivrent des signaux de commande à une fréquence F , adaptés pour assurer en dehors des périodes d'inhibition du bloc 6_1 , les commutations à des états opposés des deux interrupteurs de chaque cellule.

10 Chaque dispositif de commande $28_{1,1,1}$ à $28_{1,2,2}$ comporte par exemple un comparateur dont l'état logique en sortie est le résultat de la comparaison de trois signaux, dont un est issu du module de synchronisation 34, un autre du générateur de pilotage 40, et un troisième des moyens d'inhibition 13_1 .

15 Le dispositif de commande $28_{1,i,k}$ fournit donc en sortie un signal de commande $Sc_{1,i,k}$ dont la valeur détermine l'état de la cellule de commutation $22_{1,i,k}$.

Ce signal de commande $Sc_{1,i,k}$ doit permettre de différencier les trois états d'une cellule de commutation, soit les deux états de commutation opposée des interrupteurs et l'état d'inhibition où les deux interrupteurs sont fermés.

20 Un exemple de réalisation d'un tel système de commande est décrit en référence à la figure 8.

Dans le mode de réalisation décrit, on remarque que les interrupteurs des groupes extrêmes sont susceptibles de supporter une tension double de celle supportée par les interrupteurs du groupe intermédiaire.

25 Avantageusement, les interrupteurs $24_{1,1,1}$, $24_{1,2,1}$, $26_{1,1,2}$ et $26_{1,2,2}$, des groupes extrêmes sont formés de deux interrupteurs élémentaires identiques 50 montés en série et commandés pour être dans le même état à tout instant. Chaque interrupteur élémentaire 50 est formé d'un transistor 52 monté avec une diode 54 en anti-parallèle. Ainsi, tous les composants électroniques formant les

30 interrupteurs d'un bloc de commutation sont identiques.

En outre, tous les composants électroniques formant les interrupteurs élémentaires 50 de tous les blocs de commutation d'un dispositif selon l'invention, sont unidirectionnels en courant et en tension.

Ainsi, lorsque le signal d'inhibition In_1 vaut 0 le signal de commande $Sc_{1,i,k}$ vaut 01 ou 00. Dans le cas où il vaut 01, l'interrupteur $24_{1,i,k}$ de la cellule de commutation $22_{1,i,k}$ est bloqué et l'interrupteur $26_{1,i,k}$ de cette même cellule est passant. Inversement, lorsque le signal de commande $Sc_{1,i,k}$ vaut 00, l'interrupteur $24_{1,i,k}$ de la cellule de commutation $22_{1,i,k}$ est passant et l'interrupteur $26_{1,i,k}$ de cette même cellule est bloqué.

Enfin, en cas d'inhibition du bloc de commutation 6_1 , le signal d'inhibition In_1 vaut 1, le signal $Sc_{1,i,k}$ vaut 11 ou 10, et tous les interrupteurs des cellules de commutation $22_{1,1,1}$ à $22_{1,2,2}$ sont fermés.

Dans le cas où le dispositif comporte un bloc de décalage, il est commandé de la même manière qu'un bloc de commutation en l'absence du signal d'inhibition. Tous les interrupteurs sont donc commandés en des commutations opposées.

La commande simultanée des deux interrupteurs d'une même cellule ne sera pas davantage décrite par la suite, étant considérée comme connue de l'état de la technique.

Comme cela apparaît en référence à la figure 9, le signal Sr_1 destiné aux dispositifs de commande du premier étage $30_{1,1}$, vaut $2x Sr$ entre 0 et $\frac{1}{2}$ et est fixé à 1 entre $\frac{1}{2}$ et 1. Le signal Sr_2 destiné aux dispositifs de commande du second étage $30_{1,2}$ vaut 0 jusqu'à $\frac{1}{2}$ puis $2x Sr$ entre $\frac{1}{2}$ et 1.

Dans le cas où les matrices 12_1 à 12_3 des blocs de commutation 6_1 à 6_3 comportent trois étages, il convient de déterminer trois signaux de commande secondaires. Le premier vaut $3x Sr$ entre 0 et $\frac{1}{3}$ puis étant fixé à 1, le second vaut 0 avant $\frac{1}{3}$, $3x Sr$ entre $\frac{1}{3}$ et $\frac{2}{3}$ et 1 après $\frac{2}{3}$ et le troisième vaut 0 avant $\frac{2}{3}$ et $3x Sr$ entre $\frac{2}{3}$ et 1. De manière générale, un dispositif comportant n étage présente n signaux Sr_1 à Sr_n .

Par exemple, dans le dispositif décrit en référence aux figures 6 à 9, si le signal Sr vaut 0,25, le signal Sr_1 vaut 0,5 et le signal Sr_2 est nul.

La figure 10 représente d'une part l'allure des trois signaux Sr_1 , Sd_1 et In_1 fournis en entrée du dispositif de commande $28_{1,1,1}$ et d'autre part l'allure du signal de commande $Sc_{26_{1,1,1}}$ fourni par le dispositif de commande $28_{1,1,1}$, vers l'interrupteur $26_{1,1,1}$ en fonction des signaux reçus en entrée.

Le signal de commande $Sc_{24_{1,1,1}}$ adressé à l'interrupteur $24_{1,1,1}$ n'est pas représenté.

Il apparaît que, bien que la source de tension 1_1 associée au bloc 6_1 soit une source alternative sinusoïdale, la tension V_{b1} a une forme particulière du fait des variations du potentiel de la borne de référence 9_1 et de la période d'inhibition du bloc de commutation 6_1 .

5 Elle présente une partie positive avec une double courbure sur une période de $2/3 f$ et une partie nulle sur une période de $1/3 f$ correspondant à la période d'inhibition du bloc 6_1 .

Les tensions V_{b2} et V_{b3} ont la même forme que la tension V_{b1} tout en étant décalée entre elles d'un tiers de période.

10 En effet, chacun des blocs de commutation $6_1, 6_2$ et 6_3 est inhibé pendant un tiers de la période correspondant à la fréquence f des sources de tension alternative d'entrée $1_1, 1_2$ et 1_3 .

De plus, les trois sources de tension $1_1, 1_2$ et 1_3 sont décalées entre elles d'un tiers de période.

15 En référence à la figure 12 sont représentées les tensions de sortie des blocs de commutation $6_1, 6_2$ et 6_3 .

Ces tensions de sortie V_{s1}, V_{s2} et V_{s3} correspondent à la différence de potentiel entre les bornes de sortie $10_1, 10_2$ et 10_3 des blocs de commutation $6_1, 6_2$ et 6_3 et leurs bornes de référence $9_1, 9_2$ et 9_3 .

20 Elles présentent une enveloppe correspondant à la forme générale des tensions d'entrée V_{b1}, V_{b2} et V_{b3} modulées à la fréquence F des moyens de commande.

La représentation faite à la figure 12 est symbolique et le rapport 20 entre les fréquences f et F n'est pas respecté.

25 En référence à la figure 13 sont représentés les courants de charge apparaissant dans les charges $4_1, 4_2$ et 4_3 .

Il apparaît que les courants de charge I_{41}, I_{42} et I_{43} imposés par les tensions composées $V_{s1}-V_{s2}, V_{s2}-V_{s3}$ et $V_{s3}-V_{s1}$, sont sinusoïdaux et de même fréquence f que les sources de tension alternative d'entrée $1_1, 1_2$ et 1_3 .

30 L'intensité de ces courants est fixée de manière continue par la détermination du signal de commande S_r .

Il apparaît clairement qu'un dispositif de conversion d'énergie électrique selon l'invention présente l'avantage, de par le fait que la tension d'entrée des blocs de commutation est toujours de même signe ou nulle, de pouvoir utili-

REVENDICATIONS

1. Dispositif de conversion réversible d'énergie électrique connectable entre au moins une source de tension alternative d'entrée (1_1 à 1_n) et au moins une charge (4_1 à 4_n) formant source de courant alternatif de sortie (4_1 à 4_n), chaque source de tension alternative d'entrée (1_1 à 1_n) présentant une borne d'alimentation (2_1 à 2_n) et une borne de neutre (3_1 à 3_n), le dispositif comportant au moins un bloc de commutation (6_1 à 6_n), adapté pour être associé à une source de courant alternatif de sortie (4_1 à 4_n) et comportant une borne d'entrée (7_1 à 7_n) à laquelle est connectable la borne d'alimentation (2_1 à 2_n) de la source de tension alternative d'entrée (1_1 à 1_n), au moins une borne de référence (9_1 à 9_n) et une borne de sortie (10_1 à 10_n) à laquelle est connectable ladite charge (4_1 à 4_n) formant source de courant alternative de sortie, ledit bloc (6_1 à 6_n) comportant également une matrice de commutation (12_1 à 12_n) formée de condensateurs ($20_{j,i,k}$) et de cellules de commutation ($22_{j,i,k}$), lesquelles cellules sont contrôlées individuellement par des moyens ($28_{j,i,k}$) de commande de leur fonctionnement, caractérisé en ce que le ou chaque bloc de commutation (6_1 à 6_n) comporte une unique borne de référence (9_1 à 9_n) qui est à un potentiel de référence différent du potentiel de ladite borne de neutre (3_1 à 3_n) de ladite source (1_1 à 1_n), et en ce qu'il comporte des moyens (13_1 à 13_n , 50) de maintien permanent, à un signe constant ou nul, de la différence de potentiel entre ladite borne d'entrée (7_1 à 7_n) et ladite borne de référence (9_1 à 9_n) du ou de chaque bloc de commutation (6_1 à 6_n).

2. Dispositif de conversion selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matrice (12_1 à 12_n) du ou de chaque bloc (6_1 à 6_n) comporte au moins un étage ($30_{j,1}$ à $30_{j,n}$) comportant au moins un rang ($32_{j,1}$ à $32_{j,p}$) de cellules de commutation ($22_{j,i,k}$), agencées à raison d'une seule cellule de commutation ($22_{j,i,k}$) pour chaque étage ($32_{j,1}$ à $32_{j,p}$) d'un même rang ($30_{j,1}$ à $30_{j,n}$), chaque cellule de commutation ($22_{j,i,k}$) étant composée de deux éléments formant interrupteur ($24_{j,i,k}$, $26_{j,i,k}$), le ou chaque étage ($30_{j,1}$ à $30_{j,n}$) définissant deux groupes d'interrupteurs reliés en série et ladite matrice de commutation (12_1 à 12_n) définissant alors deux groupes extrêmes d'interrupteurs, chaque cellule de commutation ($22_{j,i,k}$) étant associée à un condensateur ($20_{j,1,k}$) dimensionné pour maintenir entre les bornes homologues des deux interrupteurs ($24_{j,i,k}$, $26_{j,i,k}$) de chaque cellule de commutation ($22_{j,i,k}$), une tension de charge égale à une fraction de la ten-

signal de synchronisation (34) pour délivrer en sortie une pluralité de signaux secondaires de synchronisation (Sd_1 à Sd_p), et des moyens de transmission de chaque signal secondaire de synchronisation (Sd_1 à Sd_p) à tous les moyens de commande ($28_{j,i,k}$) des cellules de commutation d'un même rang de toutes les matrices (12_1 à 12_n) de tous les blocs (6_1 à 6_n) du dispositif.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte un unique bloc de commutation (6) et est connectable à une seule source de tension alternative d'entrée (1) dont ladite borne de neutre (3) est accessible pour permettre une connexion et qui est associée à une seule charge (4) formant source de courant alternatif de sortie, et en ce qu'il comprend en outre un premier condensateur (20) connectable entre ladite borne de neutre (3) de ladite source (1) et une borne de sortie (5) de la charge (4) et un second condensateur (22) connectable entre la borne de référence (9) dudit bloc de commutation (6) et la borne de sortie (5) de la charge (4).

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte un unique bloc de commutation (6) et est connectable à une seule source de tension alternative d'entrée (1) dont ladite borne de neutre (3) est accessible pour permettre une connexion et qui est associée à une seule charge (4) formant source de courant alternatif de sortie, et en ce qu'il comporte un bloc de décalage (14) comportant une borne d'entrée (15) adaptée pour être reliée à ladite borne de neutre (3) de ladite source (1), une borne de référence (16) reliée à la borne de référence (9) du bloc de commutation (6), et une borne de sortie (17) connectable à la borne de sortie (5) de la charge (4), ledit bloc de décalage (14) permettant de modifier le potentiel de la borne de sortie (17) connectable à une borne de sortie (5) de la charge (4).

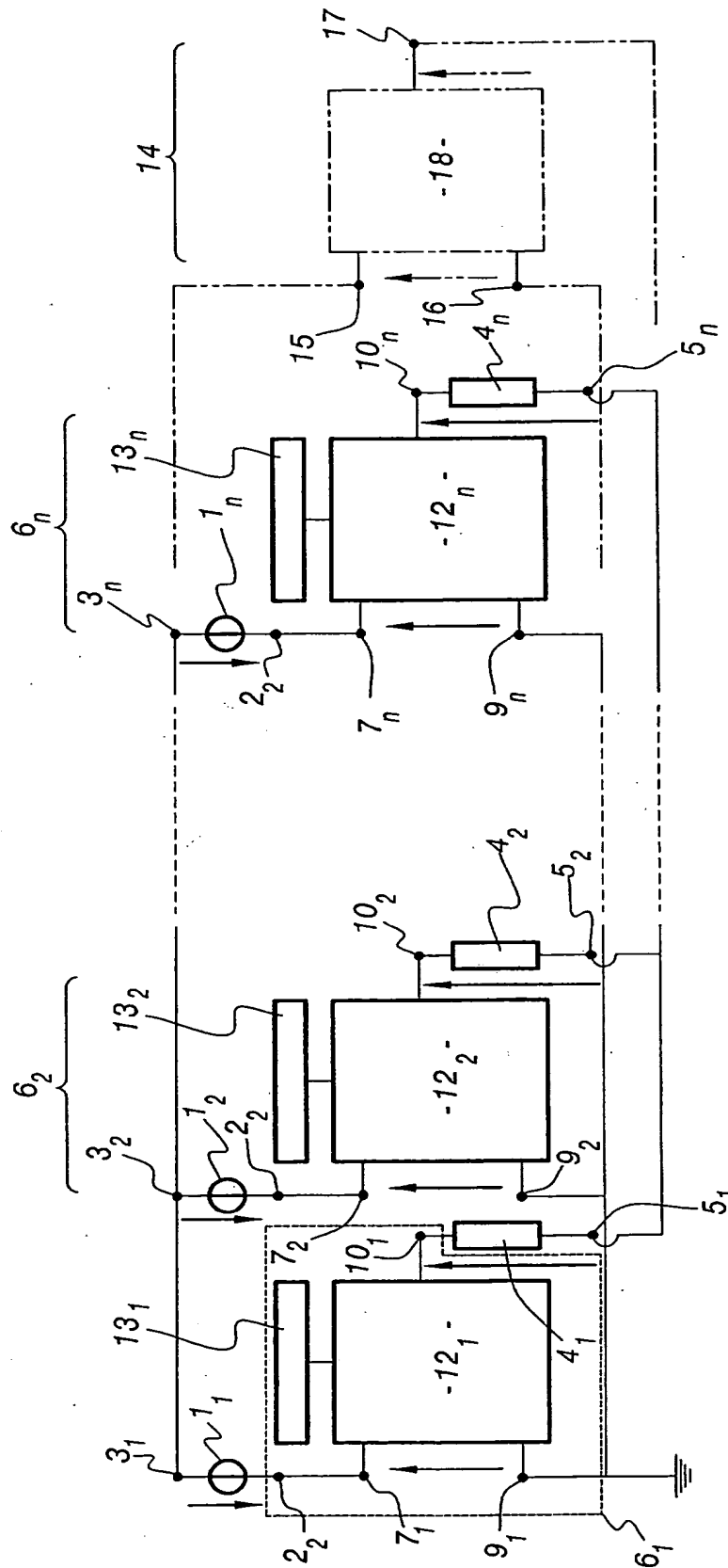
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte un premier et un second blocs de commutation (6_1 , 6_2) et est connectable à une seule source de tension alternative d'entrée (1) dont ladite borne de neutre (3) est accessible pour permettre une connexion et qui est associée à une seule charge (4) formant source de courant alternatif de sortie, les bornes de référence des deux blocs de commutation (6_1 , 6_2) étant reliées entre elles, le premier bloc de commutation (6_1) étant adapté pour être connecté par sa borne d'entrée (7_1) à la borne d'alimentation (2) de ladite source (1), le second bloc de commutation (6_2) étant adapté pour être connecté par sa borne d'entrée

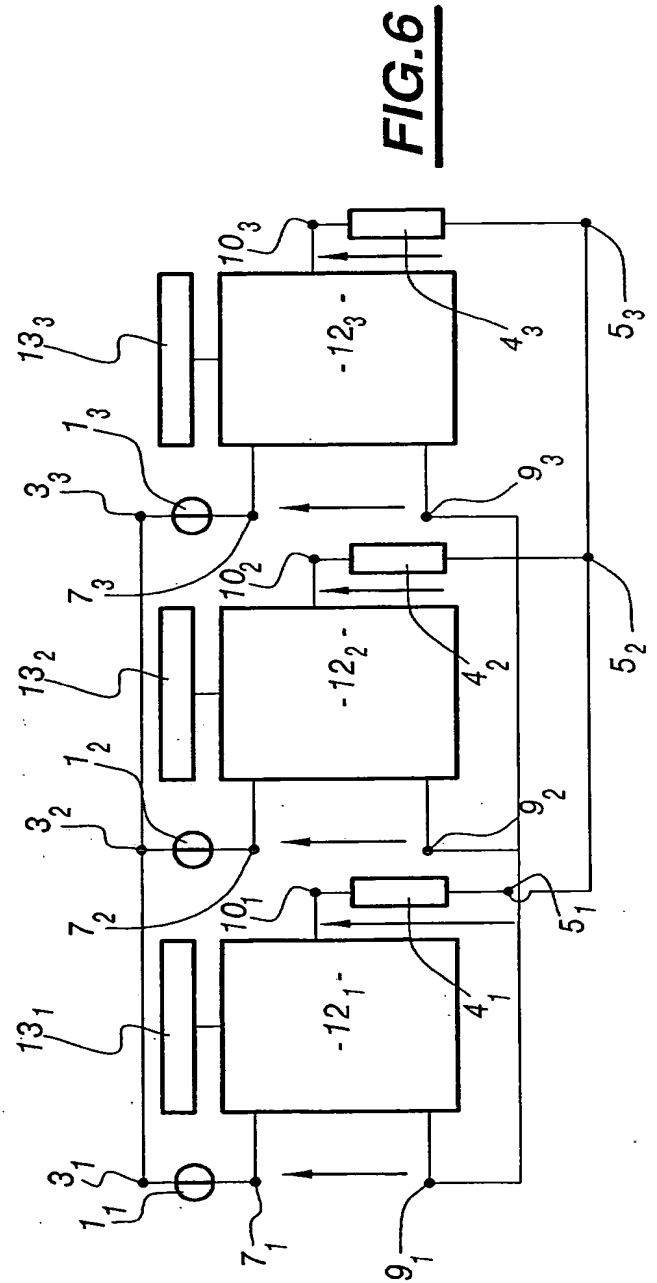
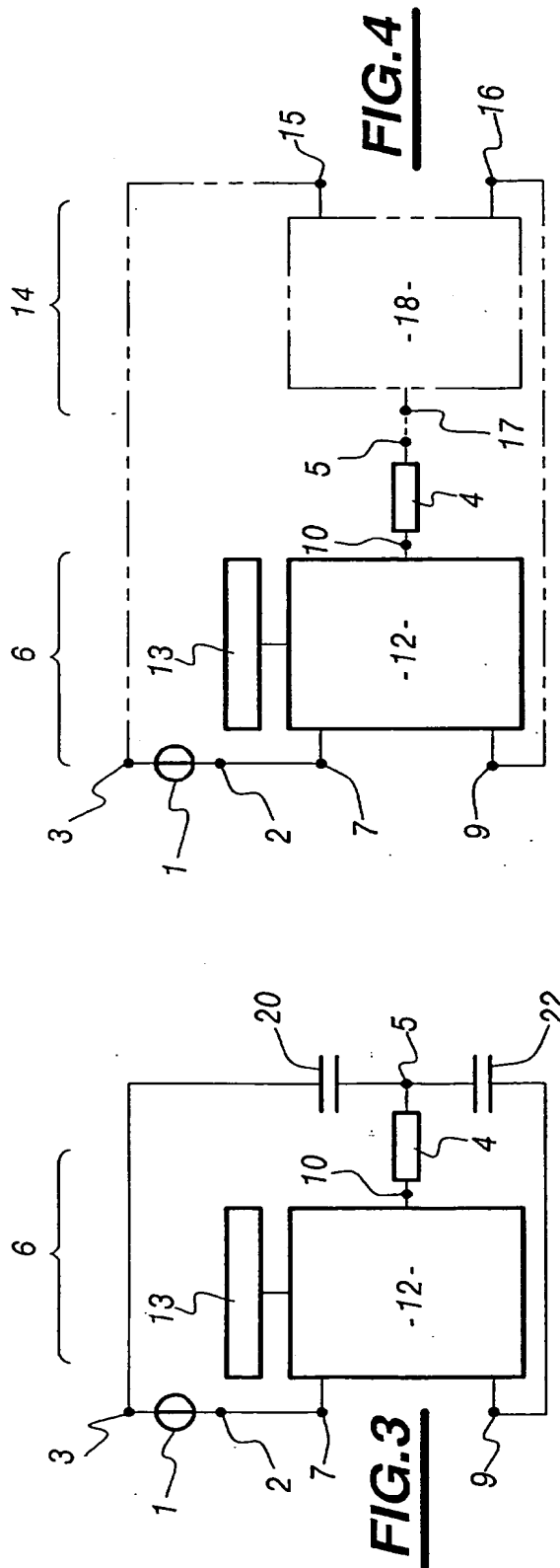
16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que lesdites bornes de neutre (3_1 à 3_n) desdites sources (1_1 à 1_n) sont accessibles pour permettre une connexion, et en ce qu'il comporte un bloc de décalage (14) comportant une borne d'entrée (15) adaptée pour être reliée auxdites bornes de neutre (3_1 à 3_n), une borne de référence (16) reliée à l'ensemble des bornes de référence (9_1 à 9_n) des blocs de commutation (6_1 à 6_n) et une borne de sortie (17) connectable à l'ensemble des bornes de sortie (5_1 à 5_n) des charges (4_1 à 4_n) formant source de courant alternatif de sortie, ledit bloc de décalage (14) permettant de modifier le potentiel de la borne de sortie (17) connectable aux bornes de sortie (5_1 à 5_n) des charges (4_1 à 4_n).

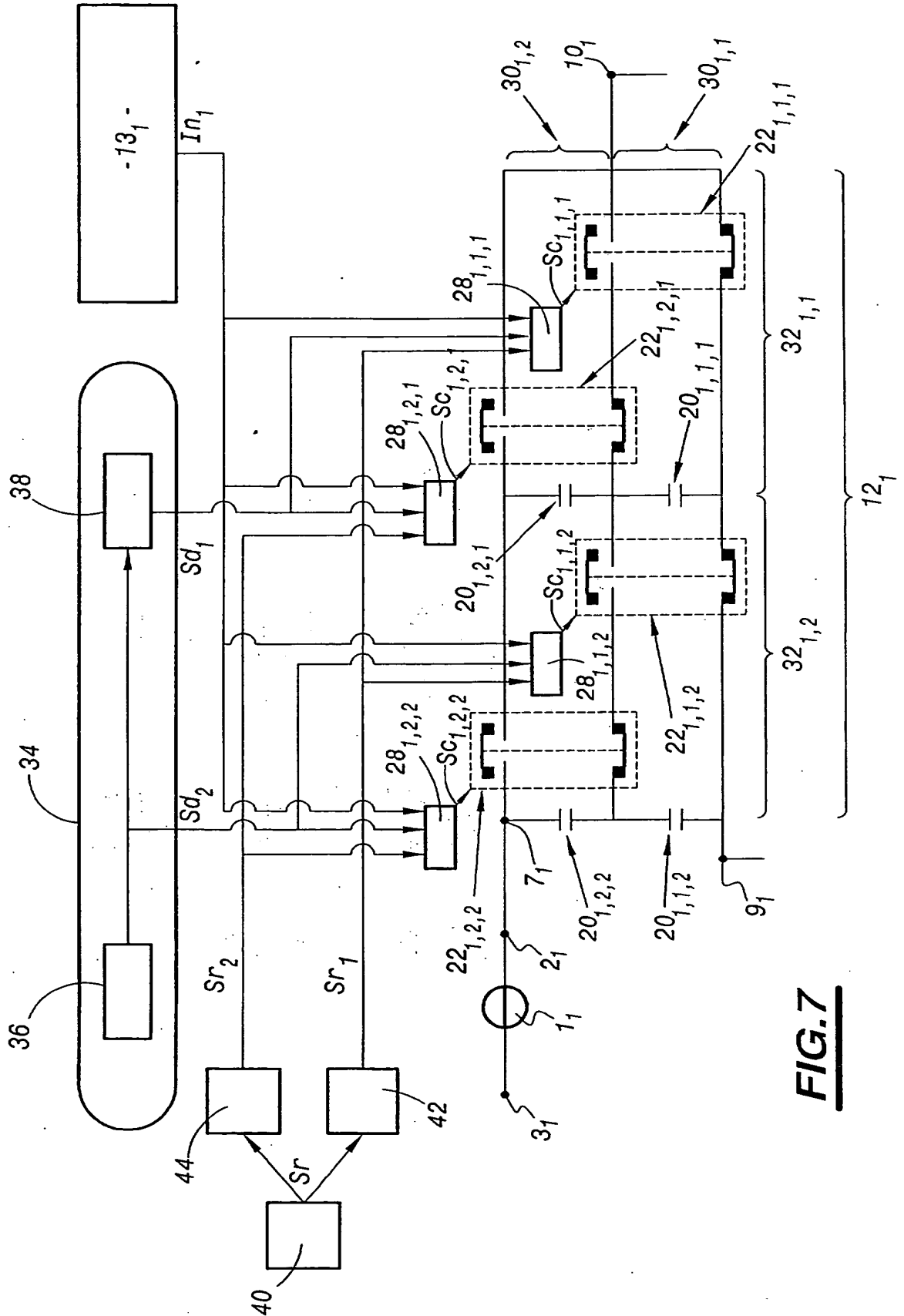
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 15 et 16, caractérisé en ce que les moyens de maintien permanent, à un signe constant ou nul de la différence de potentiel entre la dite borne d'entrée (7_1 à 7_n) et ladite borne de référence (9_1 à 9_n) comportent, associés au ou à chaque bloc de commutation (6_1 à 6_n), des moyens d'inhibition (13_1 à 13_n) comportant des moyens de comparaison de la différence de potentiel entre les bornes d'entrée (7_1 à 7_n) et une borne de potentiel commun à tous lesdits blocs de commutation (6_1 à 6_n), telle que les bornes de neutre (3_1 à 3_n) des sources (1_1 à 1_n), les bornes de sortie (5_1 à 5_n) des charges (4_1 à 4_n) ou les bornes de référence (9_1 à 9_n), adaptés pour délivrer en sortie des signaux d'inhibition des blocs de commutation (6_1 à 6_n) et en ce que le ou chaque bloc de commutation (6_1 à 6_n) est adapté pour relier ensemble sa borne d'entrée (7_1 à 7_n), sa borne de référence (9_1 à 9_n) et sa borne de sortie (10_1 à 10_n), lors de la réception dudit signal d'inhibition.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que lesdits moyens d'inhibition (13_1 à 13_n) sont adaptés pour délivrer un signal d'inhibition uniquement au bloc dont la différence de potentiel entre les bornes d'entrée (7_1 à 7_n) et une borne de potentiel commun à tous lesdits blocs de commutation (6_1 à 6_n), telle que les bornes de neutre (3_1 à 3_n) des sources (1_1 à 1_n), les bornes de sortie (5_1 à 5_n) des charges (4_1 à 4_n) ou les bornes de référence (9_1 à 9_n), est la plus faible, les matrices de commutation (12_1 à 12_n) étant en outre formées de composants électroniques (52, 54) orientés de sorte que lesdits blocs (6_1 à 6_n) supportent uniquement une tension positive ou nulle.

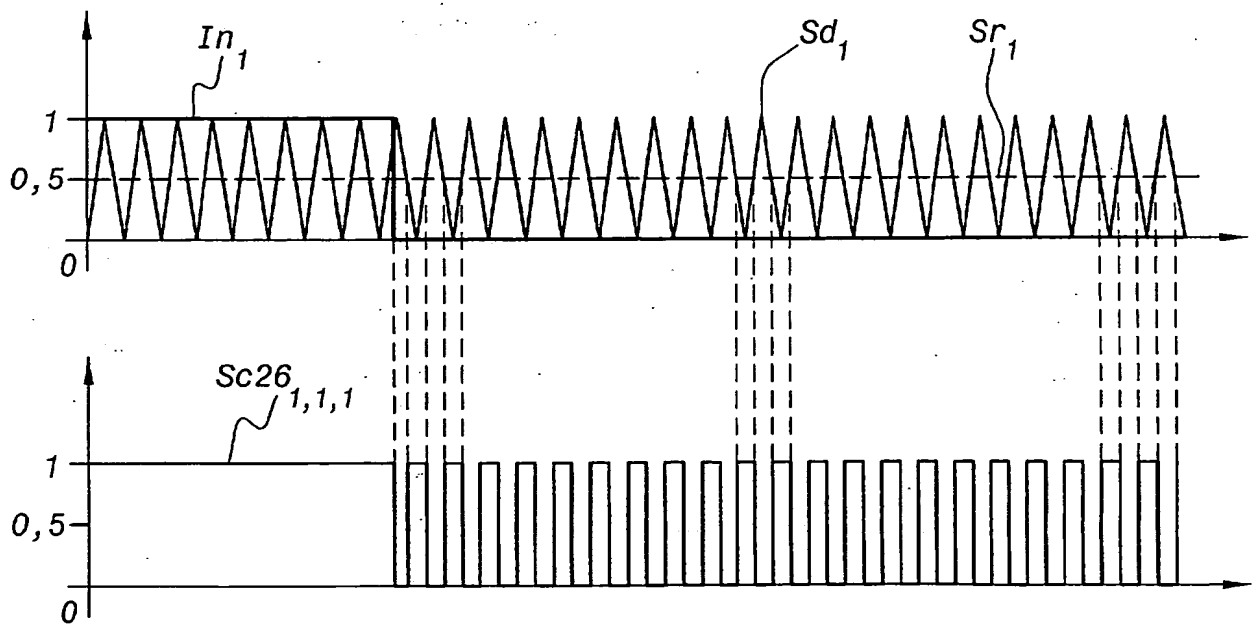
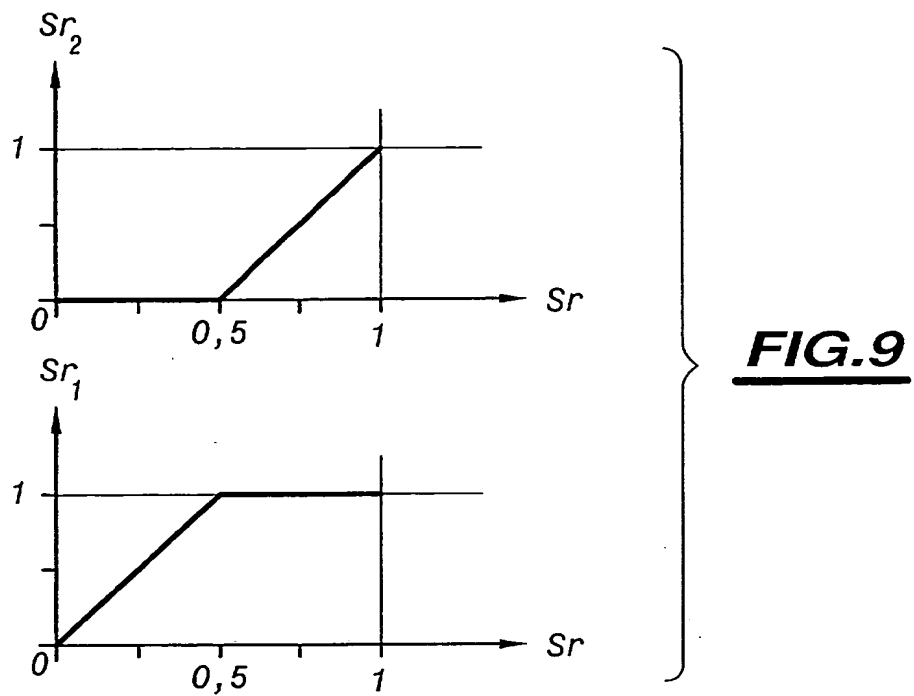
19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que lesdits moyens d'inhibition (13_1 à 13_n) sont adaptés pour délivrer un signal d'inhibition

**FIG. 1**



**FIG. 7**

7/8

**FIG.10**



2828029

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 604723
FR 0109944

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 737 201 A (FOCH HENRI ET AL) 7 avril 1998 (1998-04-07) * le document en entier *	1	H02M5/458
A,D	KWON B-H ET AL: "Novel topologies of AC choppers" IEE PROCEEDINGS: ELECTRIC POWER APPLICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB, vol. 143, no. 4, 10 juillet 1996 (1996-07-10), pages 323-330, XP006006397 ISSN: 1350-2352 * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H02M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 avril 2002		Thisse, S	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)